

UTICAJ PRIRODNIH I ANTROPOGENIH FAKTORA NA ZAMUĆIVANJE TERMALNIH VRELA U NISKOJ BANJI

Vesna MINIĆ

Građevinska tehnička škola "Neimar" u Nišu

Termalni vodni resursi Niske Banje, Glavno vrelo i Suva banja, sastoje se od po tri komponente vode: termalne komponente, hladne stalne komponente i hladne povremene, bujično-kraške komponente. Geneza termalne komponente, zasad, nije izučena u dovoljnoj meri. Stalna hladna komponenta potiče od atmosferskih padavina koje se lagano infiltriraju u teren kroz prsline i poroznu sredinu. Ona je regulator temperature vode termalnih izvora. Povremena hladna, (kraško-bujična) komponenta vode je prouzrokovana visokim stepenorn karstificiranosti Koritnika i višednevnim atmosferskim padavinama ili otapanjem snega. Ova komponenta vode izaziva povremena gruba rashlađivanja i zamucivanja termalnih izvora.

U ovome radu su istraživane kratkoročne i dugoročne promene temperaturnog režima termalnih izvora u Niskoj Banji u funkciji izvršenih hidrograđevinskih sanacionih radova (1955/1956.), kao i efekata četrdesetogodišnje samoobnove biljnog pokrivača u slivu Koritnika.

Rezultati istraživanja pokazuju dve značajne promene:

- višestruko poboljšanje pojave povremenog drastičnog rashlađivanja i zamucivanja termalnih vrela, i
- permanentni višegodišnji porast temperature vode.

Ključne reči: termalni izvori, Niška Banja, promene temperature vode

1. Uvod

Lečilište Niska Banja temelji se na termalnim izvorima: Glavno vrelo i Suva banja. Starost izvora se ceni na oko 26.400 godina. Kaptaza Glavnog vrela, prema arheološkim nalazima i zapisima - putopisima, verovatno potiče sa početka T rnilenijuma Nove ere, iz perioda procvata Naisusa i Medijane.

Geografski položaj i obilje vode sa odlikama homeoterme, privlačili su pažnju raznih naroda, kako onih koji su je gradili, tako i onih koji su je razarali. Period njenog razvoja u okviru rimske civilizacije koja je negovala kult vode, naglo je prekinut varvarskom najezdom Huna pod Atilom u V stolecu. Tada sa lica Zemlje nestaju velelepne tekovine civilizacije: Naisus, Medijana i terne Niske Banje. Ruševine terme, vreme pokriva zemljom i

raslinjem do 1932. godine. Vode Glavnog vrela otiču neiskorišćene preko ruševina sve do 1678. godine, kada se pod Otomanskim carstvom ponovo gradi "kupaćilo. Veće interesovanje za Nisku Banju kao lečilište, javlja se tridesetih godina našeg stoleca. Tada se pristupa izgradnji savremenog kupaćila. Prilikom fundiranja objekata otkrivene su ruševine rimske terme.

Uporedo sa izgradnjom i razvojem zdravstvene službe lečilišta, postavlja se kao osnovni problem, istraživanje uzroka i saniranje pojave povremenog drastičnog rashlađivanja i mućenja termalnih izvora. U zavisnosti od meteoroloških prilika (padavina i temperatura vazduha), kao i stanja biljnog pokrivača u slivu Koritnika, nastaju višednevna drastična rashlađivanja i mućenja vode. To dovodi do višekratnih prekida rada lečilišta u ukupnom godišnjem trajanju od 100 do 150 dana, stoje bio osnovni problem za normalno funkcionisanje lečilišta. U tom cilju se obavljaju geološka i hidrološka istraživanja. Na bazi dobijenih rezultata istraživanja, predložena je hidrotehnička intervencija u masivu Koritnika, na lokaciji Suva banja, koja je realizovana 1956. godine. Taj hidrotehnički zahvat je u velikoj meri poboljšao režim isticanja termalnih vrela u Niskoj Banji, stoje od posebnog značaja za normalizaciju rada lečilišta.

Ovaj rad ima za cilj da prouči i prikaže geološko-tektonski sklop terena koji je uslovio pojavu termalnih izvora u Niskoj Banji, sa posebnom analizom prirodnih i antropogenih uticaja koji dovode do pojave zamučivanja i rashlađivanja termalnih vrela.

Na bazi sagledavanja ukupnog stanja u slivnom području, izučavanja promena koje se odvijaju kao posledica prirodnih procesa u životnoj sredini, uticaja demografsko-urbanog razvoja naselja u okviru zone sanitarne zaštite i postignutih rezultata sanacije, predložene su potrebne mere za zaštitu vodnog blaga Niske Banje.

2. Uticaj tla i okoline na zagađivanje termalnih vrela

Prirodne karakteristike lokaliteta Niske Banje: termalne radonske vode, koje po minutnoj količini emanacije prevazilaze sve slične pojave u Evropi, neiscrpane rezerve prirodnog radioaktivnog gasa — radona, radioaktivni bigar, pogodan za pripremu radioaktivnog blata - peloida, uz pogodno podneblje i klimu, pružaju mogućnost da se pored balneoterapije i inhalacije primenjuju i drugi vidovi fizikalne medicine i rehabilitacije. Ovo obilje prirodnih lečilišnih faktora omogućilo je intenzivni razvoj Instituta za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju kardiovaskularnih bolesnika "Niska Banja" koji ima svetsku reputaciju.

Potreba da se zaštite, razvijaju i racionalno koriste prirodni termomineralni resursi (potencijali) u Republici Srbiji, uslovila je zakonsku obavezu za izradu elaborata: "Predlog za utvrđivanje područja banje Niska Banja". Sadržajem elaborata, koji je usvojen odlukom Vlade Republike Srbije 1998. godine, definisano je:

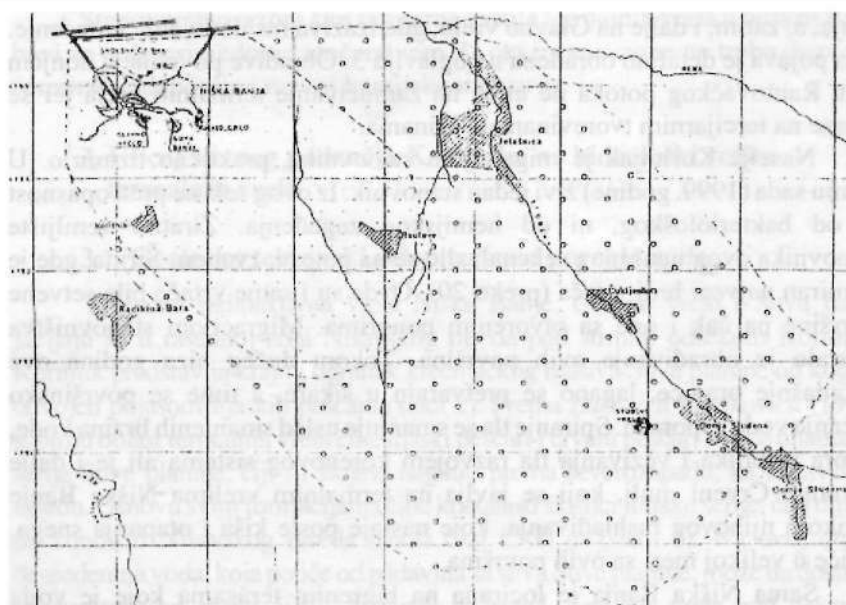
- stanje, kvalitet i mogućnost korišćenja prirodnih lekovitih faktora,
- prirodna sredina i prostorne karakteristike postojećeg tradicionalnog naselja Niska Banja, inkorporiranog u urbanističku celinu Niša, i
- postojeća izgrađenost i opremljenost naselja Niska Banja u čijem se centru nalaze lekoviti izvori.

Prioritetni ciljevi, posle proglašenja teritorije Niske Banje, jesu:

- obezbeđenje daljih, neophodnih hidrotehničkih istraživanja i zaštita uže i šire zone izvorišta, uz izvođenje neophodnih radova na sanaciji, radi zaštite osnovnog lečilišnog faktora, termalne vode Niske Banje,
- donošenje odgovarajućeg programa razvoja i urbanističkog plana Niske Banje kao i rešavanje problema stvorenih bespravnom i neplanskom gradnjom, i
- uvođenje komunalnog reda.

Elaboratom "Utvrđivanje područja banje Niska Banja" 1998. godine definisane su zone sanitarne zaštite termalnih vrela u Niskoj Banji i to:

- zona uže zaštite, i
- zona šire zaštite.



zona uže zaštite

zona šire zaštite

zona uže zaštite

zona šire zaštite

Slika 1. Karta zona sanitarne zaštite (Milivojević, 1989)

Zonu uže zaštite predstavlja teritorija na kojoj su locirana naselja: Niška Banja, Korimjak i Rautovo, a zonu šire zaštite teritorija na kojoj su locirana naselja: Jelašnica, Čukljenik, Donja Studena i Gornja Studena (slika 1).

2.1. Zona uže zaštite

Naselje Rautovo, sa svojim stambenim i pratećim poljoprivrednim objektima, locirano je izvan vododelnice slivnog područja Rautovačkog potoka, koje gravitira ka termalnim izvorima Niske Banje, te se mogućnost bakteriološkog zagađivanja termalnih vrela iz objekata naselja Rautovo isključuje. Međutim, zagađivanje hemikalijama koje se primenjuju u vidu đubriva za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju i zaštitu bilja, na oranicama Rautova u gornjem i srednjem toku Rautovačkog potoka je moguće. U koritu Rautovačkog potoka (u njegovom gornjem i srednjem toku) razvijeni su karstni oblici: otvoreni ponori, pećine i sprovodnici vode koji se duž Studenskog raseda pružaju prema vrelu Suva banja (*Milojević*, 1958). Bujična voda od atmosferskih padavina spirira mulj sa obradivog zemljišta (lijaske tvorevine crvene boje) i odnosi ga gravitacionim tečenjem sa slobodnim ogledalom vode, velikom brzinom na termalno vrelo Suva banja, a, zatim, i dalje na Glavno vrelo, gde izaziva rashlađivanje i mućenje. Ova pojava je detaljno obrađena u poglavlju 3. Obradive površine u donjem toku Rautovačkog potoka ne utiču na zamućivanje termalnih vrela jer se nalaze na terciarnim tvorevinama — glinama.

Naselje Koritnjak je migracijom stanovnika, praktično, izumrlo. U njemu sada (1999. godine) živi jedan stanovnik. Iz ovog sela ne pretil opasnost ni od bakteriološkog, ni od hemijskog zagađenja. Ziratno zemljište stanovnika ovog ugašenog sela nalazilo se na potesu, zvanom Širina, gde je formiran najveći broj vrtača (preko 20). Ovde su i same vrtače bile setvene površine pa čak i one sa otvorenim ponorima. Migracijom stanovništva prestalo je obrađivanje ovih površina. Tokom dužeg niza godina ove nekadašnje oranice, lagano se pretvaraju u šikare, a time se površinsko oticanje voda usporava. Spiranje tla se smanjuje usled smanjenih brzina vode, otpora stabljika i vezivanja tla razvojem korenovog sistema ali je i dalje prisutno. Crveni mulj, koji se javlja na termalnim vrelima Niske Banje prilikom njihovog rashlađivanja, koje nastaje posle kiša i otapanja snega, potiče u velikoj mjeri sa ovih površina.

Sama Niska Banja je locirana na bigrenim terasama koje je voda glavnog vrela nataložila tokom 27 milenijuma svoga oticanja preko rečnih terciarnih terasa (*Stevanović*, 1941). Debljina bigrenih naslaga iznosi desetak metara. Višu zonu čini stari deo, zvani Kovanluk, i novonastajući, neplanski deo duž puta Suva banja - Rautovo.

Upotrebene vode iz domaćinstava Niske Banje, uključujući i Kovanluk, odvođe se kanalizacionom mrežom, te ne predstavljaju opasnost po termalna vrela. Novonastajuće neplanske naselje na lokaciji Suva banja - Malo grlo, koje je bez kanalizacije, predstavlja potencijalnu opasnost u pogledu bakteriološkog zagađivanja termalnog vrela Suva banja, jer se nekontrolisano razvija u predelu Studenskog raseda.

Deo naselja, koji je lociran na dragoj bigrenoj terasi (takođe neplanski građen), može da doprinese bakteriološkom zagađenju hladnih radioaktivnih izvora: Školska česma i drugim.

Poljoprivredne površine žitelja Niske Banje, nalaze se na nižim kotama aluviona nišavske ravnice, te se sa njih ne očekuje hemijske zagađivanje termalnih vrela Niske Banje.

2.2. Zona šire zaštite

U okviru zone šire zaštite nalaze se vodni resursi, značajni za vodosnabdevanje Niša i okoline, među kojima je i aktivni vodozahvat Studensko vrelo.

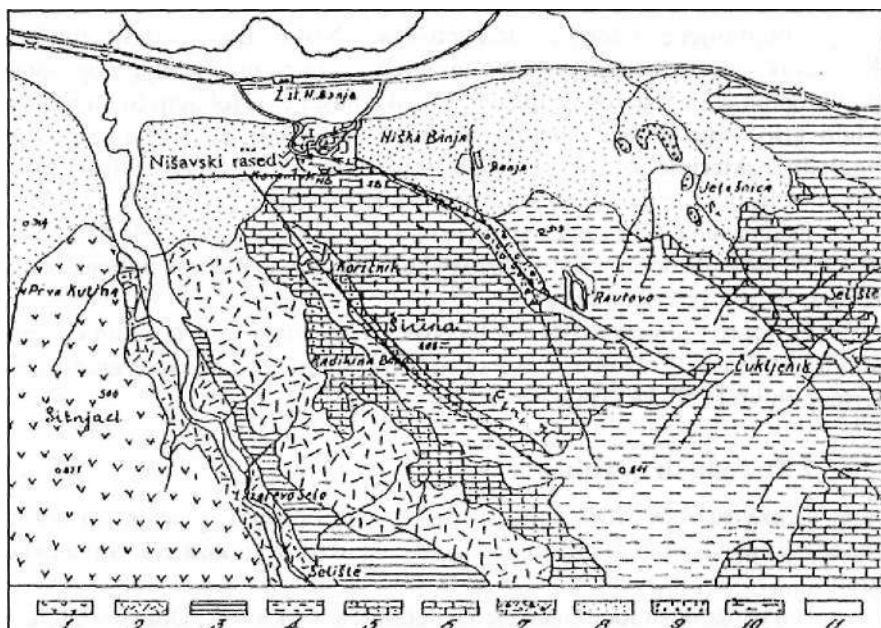
U ovoj zoni su locirana naselja: Jelašnica, Čukljenik, Donja Studena i Gornja Studena.

Stanovništvo u zoni šire sanitarne zaštite termalnih vrela u Niskoj Banji bavi se poljoprivredom i stočarstvom. U okviru ove zone ne treba dozvoliti formiranje deponija i razvoj hemijske industrije.

3. Uticaj slivnog područja Koritnika na hidrološki režim termalnih vrela

3.1. Geološko tektonski sklop terena i poreklo vode

Termalna radioaktivna vrela Niske Banje, Glavno vrelo i Suva banja, javljaju se u rasednoj zoni Nišavskog raseda pod strmim odsekom Koritnika. Koritnik predstavlja krajnji ogranak krečnjačkog masiva Suve planine od koga je odvojen pojasom lijaskih peščara (slika 2). Prema *Lukovicu* i *Petkoviću* (1933), sabirnu oblast termalnih vrela čine lijaski peščari i crveni peščari velike unutrašnje serije Suve planine, čiji su slojevi nagnuti prema severozapadu, ka Nišavskom rasedu. Osnovu svim formacijama čine kristalasti škriljci filitske serije, čija dubina na kontaktu Nišavskog raseda iznosi oko 1500 m (slika 3). Na ovoj dubini descendentna voda, koja potiče od padavina sa sliva Suve planine, može da dostigne temperatura od preko 50°C. Naišavši na rased, deo ove vode pod dejstvom hidrostatskog pritiska izbija na površinu u vidu termalnih vrela Niske Banje. Kako na ovome putu uz rased topla žica prima i hladnije komponente iz viših slojeva, to ona izvire sa nižom temperaturom.

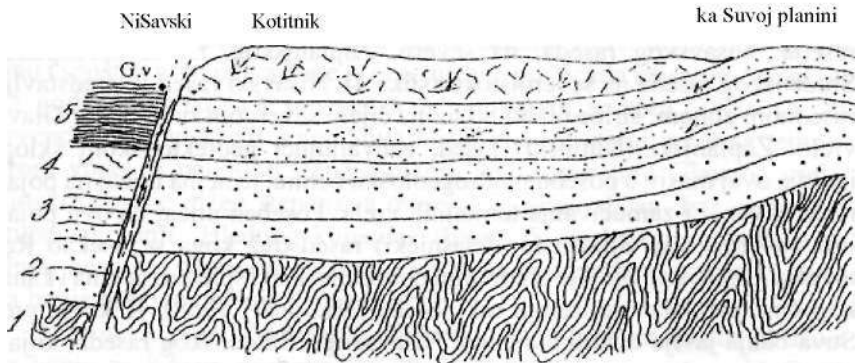


Slika 2. Geološka karta Niske Banje i okoline: 1. kristalasti škriljci prve gi*upe; 2. paleozojski škriljci; 3. crveni peščari (perm); 4. lijski peščari, Škriljci i laporci; 5. peskoviti krečnjaci titon-valenžiniena; 6. zoogeni krečnjaci titon-valenžiniena; 7. brečasti i polomljeni krečnjaci; 8. tercijarni peskovi laporci i glinci; 9. pretaloženi krečnjaci; 10. bigar; 11. diluvium i aluvium (Lukovic, 1933).

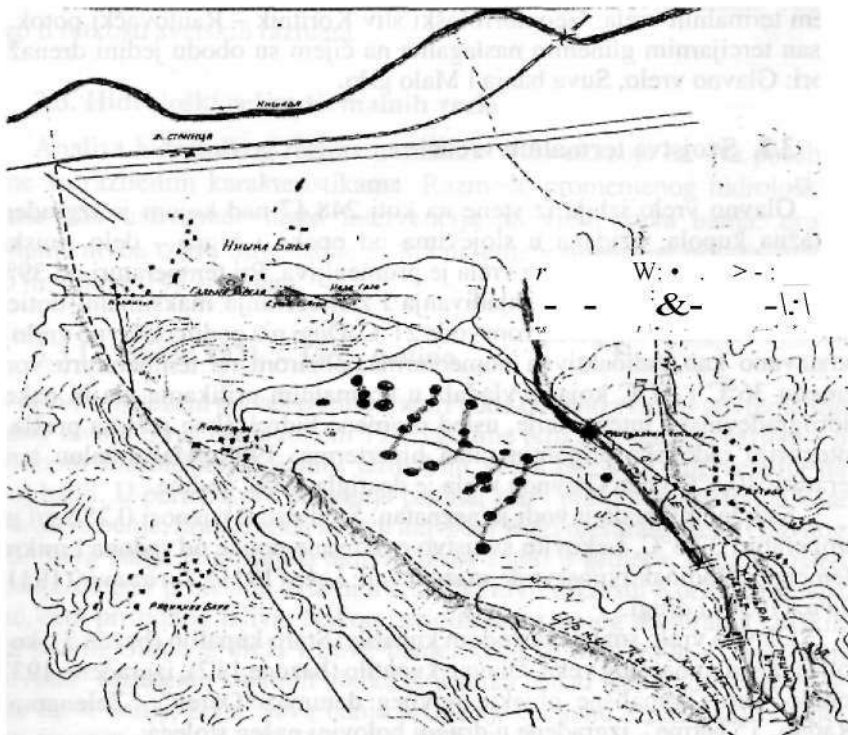
Stevanović (1941) upućuje na juvenilno poreklo vode termalnih vrela u Niskoj Banji. Heterogeni materijal sa drobinom magmatskih stena u zoni ukrštanja Nišavskog i Studenskog raseda, na koji se nailazilo prilikom prokopa tunela za spuštanje izliva Suve banje 1956. godine, potkrepljuje ovu mogućnost (Pećinar, 1961). Sadržaj mikroelemenata upućuje, takođe, na vulkansko poreklo vode (Ristići sar., 1956; Vujanović i sar., 1972). Radovi novijeg datuma: (Teofilović i Vujanović, 1979; Vujanović i Teofilović, 1980; Vujanović i Teofilović, 1983), sa gledišta tektonike, geochemije i geneze mineralnih voda Srbije, takođe ukazuju na vulkansko poreklo termalne komponente.

Pitanje porekla termalne komponente vrela Niske Banje treba, u svakom slučaju, da bude razjašnjeno putem daljih sistematskih hidrogeoloških i geochemijskih istraživanja, kao i putem širih istraživanja porekla radioaktivnosti.

Poseban problem pri korišćenju termalnih vrela Niske Banje u hidroterapiji lečilišta, predstavlja pojava povremenog rashlađivanja i zamučivanja vode. Na ovu pojavu direktno utiče geomorfološki sliv Koritnika,



Slika 3. Uzdužni šematski profil sabirne oblasti: 1. paleozojski i kristalasti škriljci velike debljine; 2. crveni peščari - oko 500 m; 3. lijaski peščari - oko 400 m; 4. kretacejsko-titonski krečnjak - oko 350 m; 5. tercijarne gline, peskovi i laporci (*Lukovic, 1933*)



Slika 4. Sliv Rautovačkog potoka i Koritnika: vodenica—; rasedi—; vrtache

površine oko 4,0 km². Krečnjacki masiv Koritnik je uklješten između tri raseda: Nišavskog raseda, na severu, Zaplanjskog, na severozapadu i Studenskog raseda na severoi stoku (slika 4), Nišavski rased je predstavljen rasednom zonom, širine 60 do 80 m, na čijem severnom rubu izvire Glavno vrelo. Zaplanjski (Kutinski) rased, zahvaljujući geotektonskom sklopu, izoluje ovaj masiv u posebnu hidrogeološku ceo linu, te nema uticaj na pojavu rashlađivanja i zamučivanja termalnih vrela. Poseban uticaj na ovu pojavu ima severoistočni Studenski (Jelašnički) rased duž koga se usekao Rautovački potok, koji obiluje otvorenim ponorima, kao i spletom pećina i kanala koji čine paralelan podzemni tok potoka (*Milojević*, 1958). Kako se vrelo Suva banja javlja u zoni ukrštanja Nišavskog i Studenskog raseda, koja je višestruko razlamana, to su formirani putevi kojima bujično-kraška voda nesmetano dotiče ka termalnom vrelu.

Koritnik obiluje veoma razvijenim oblicima karsta. Na površini su formirani kaskadni nizovi vrtača sa otvorenim ponorima. Usled velikih nagiba i ogoljenosti, atmosferska voda se kaskadno sliva iz vrtače u vrtaču, velikom brzinom, dok se sasvim ne izgubi u razrađenim podzemnim oblicima karsta: u spletu kaverni, pećina i sifona, da bi se iz ovog masiva drenirala putem termalnih vrela. Geomorfološki sliv Koritnik - Rautovački potok je opasan tercijskim glinenim naslagama na čijem su obodu jedini drenažni otvori: Glavno vrelo, Suva banja i Malo grlo.

3.2. Svojstva termalnih vrela

Glavno vrelo izbija iz stene na koti 248,47 nad kojom je izgrađena-kaptažna kupola, ozidana u slojevima od opeke i bigra — delo rimskih graditelja. Izdašnost Glavnog vrela je promenljiva. Pri temperaturi od 39°C dotiče 35 l/sec. Prilikom rashlađivanja i zamučivanja maksimalni doticaj iznosi 100 l/sec. sa temperaturom vode 21 °C. Dugi niz godina Glavno vrelo je svrstavano kao radioaktivna homeoterma, obzirom na temperaturu vode između 36°C i 37°C koja je vladala u normalnim prilikama, da bi nakon hidrograđevinske intervencije, usled promene hidrološkog režima prešla u kategoriju radonska oligomineralna hiperterma, 1998. Maksimalnu temperaturu 40,4°C voda Glavnog vrela je dostigla 1998. godine.

Sadržaj minerala u vodi je neznatan. Suvi ostatak iznosi 0,286 g/l pri temperaturi 37,3°C. Lekovito svojstvo ove terme potiče od radona i mikroelmenata. Radioaktivnost vode su izučavali: *Leko* (1911), *Jovanović* (1931), *Vučić* (1950) i drugi.

Glavno vrelo snabdeva vodom kupatila: Staro kupatilo (bazen 3), koje potiče iz sedamnaestog veka, Glavno kupatilo (bazene 1 i 2), izgrađeno 1932. godine, kao i kupališne objekte novijeg datuma: "Ozren", "Zelengora", "Radon" i "Terme", izgrađene u drugoj polovini našeg stoleća.

Vrelo Suva banja se javlja na ukrštanju Nišavskog i Studenskog raseda, 300 m jugoistočno od Glavnog vrela. Prvobitno se pojavljivalo samo po-

vremeno, posle otapanja snega i obilnih prolećnih kiša, kao mlaki izvor, na koti za oko 30 m višoj od Glavnog vrela. Godine 1931. otvoren je ulaz u pećinu i spušten nivo izliva čime je omogućeno povećano isticanje. Naredne, 1932. godine nivo izliva je spušten za ukupno 4,0 m, na kotu 274,26. Ovom intervencijom povremeni izvor Suva banja postaje stalni izvor sa temperaturom vode za nekoliko stepeni nižom od temperature Glavnog vrela. Radioaktivnost je nižeg stepena, a mineralni sastav sličan. Iste godine se pristupa izgradnji "Hladnog kupatila" (bazen 5) za lečenje bolesnika sa labilnim nervnim sistemom. Nakon 13 godina neprekidnog isticanja, izvor Suva banja ponovo počinje da presušuje.

Po projektu prof. *Pećinara* (1956) pristupa se drugom spuštanju izliva Suva banja za 8,5 m, na kotu 265,70, čime nastaju promene u kraškom hidrauličkom sistemu Glavno vrelo - Suva banja. U novonastalom hidrološkom režimu vrela Suva banja minimalni doticaj iznosi 25 l/sec. sa temperaturom vode oko 39°C, a maksimalni oko 500l/sec. sa temperaturom vode oko 11 °C.

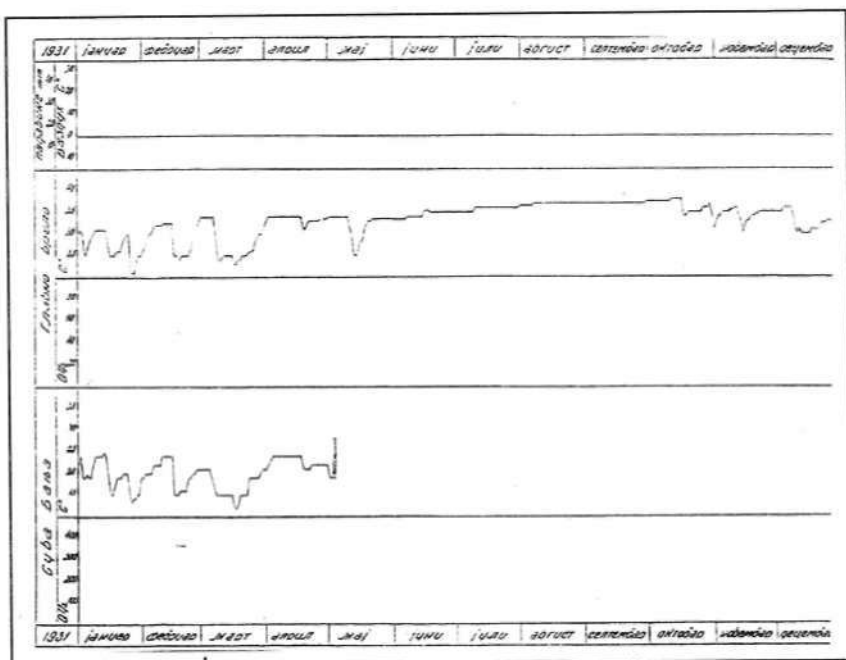
Izdašnost radioaktivnih termalnih vrela Niske Banje sa ukupno 60 l/sec. tople komponente, temperature 39°C, svrstava ovo termalno vodno blago u retkosti svetskih razmera.

3.3. Hidrološki režim termalnih vrela

Analiza hidrološkog režima termalnih vrela ukazuje na dve posebne celine sa različitim karakteristikama. Razmeđe promenjenog hidrološkog režima čini hidrograđevinska intervencija na vrelu Suva banja: drugo spuštanje nivoa izliva Suve banje za 8,5 m, puteni tunelskog prilaza dužine 55,0 m, tokom 1956. godine.

3.3.1. Period 1931. -1955. godina

Prvi zabeleženi podaci o temperaturi vode Glavnog vrela i povremenog mladog izvora Suva banja tokom 1931. godine (slika 5) pružaju saznanje o prirodnom hidrološkom režimu termalnih vrela pre svih intervencija na Suvoj banji. U periodu pre otvaranja pećine, kao i pre prvog spuštanja kote izliva Suve banje, kraške vode su se u najvećoj meri drenirale preko Glavnog vrela. Suva banja je postajala aktivni izvor samo u proleće, kada se usled otapanja snega i prolećnih kiša hidrostatički nivo u karstu Koritnika povisi iznad kote prirodnog izliva. Nakon perioda intenzivnog dreniranja kraških voda putem Glavnog vrela i Suve banje, kada se nivo vode u "spojenim sudovima" razuđenih karstnih oblika Koritnika spusti ispod kote prirodnog izliva Suve banje, izvor Suva banja presušuje. Glavno vrelo ostaje i dalje jedini otvor za dreniranje kraških voda. Postoje u ovom periodu hidrostatički pritisak daleko manji, to su brzine isticanja, a time i oticaji kraških voda smanjeni. Ova konstatacija se izvodi iz dijagrama temperatura vode, jer u

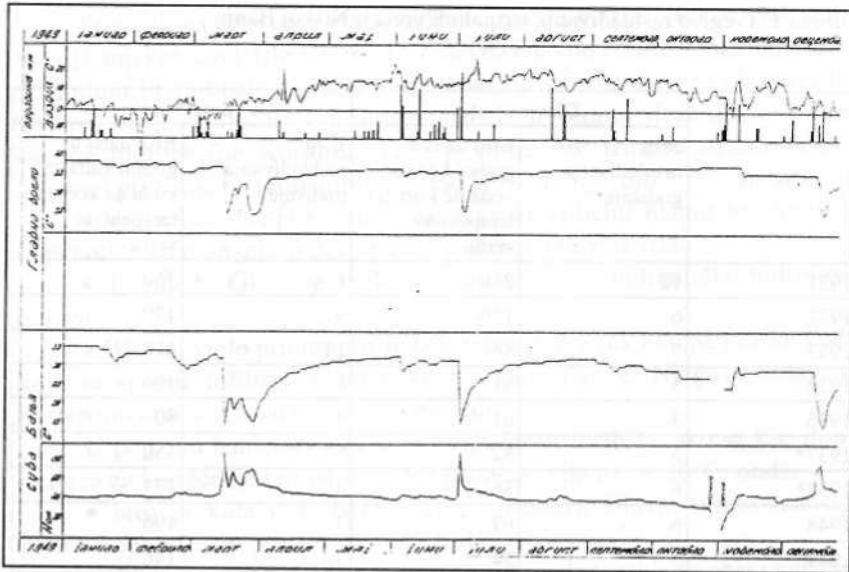


Slika 5. Temperatura vode Glavnog vrela i Suve banje: prirodni poredak pre intervencija (1931. godina)

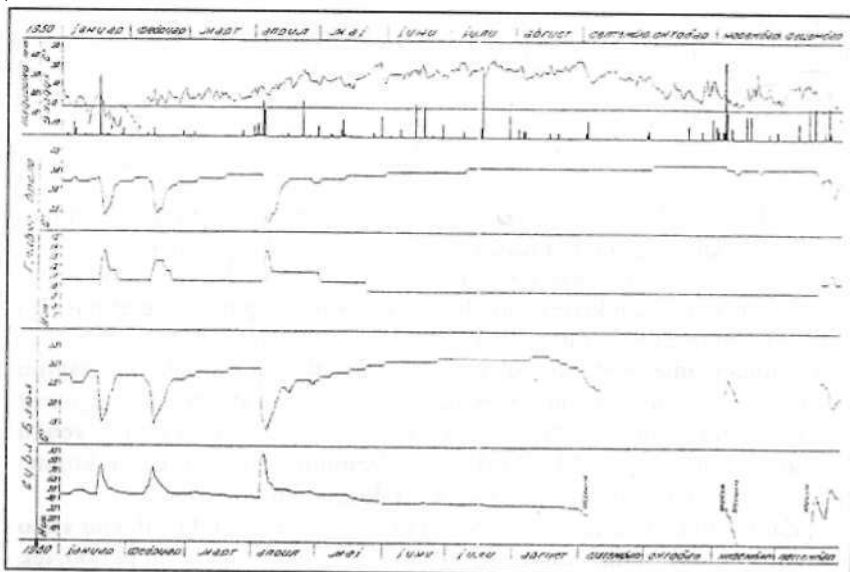
tome periodu nisu mereni proticaji. Maksimalna dostignuta temperatura vode Glavnog vrela iznosi 36°C , a traje svega 85 dana u godini.

Posle prvog sniženja nivoa izliva Suve banje 1932. godine za 4,0 m, nastaje ubrzano dreniranje kraških voda što ima za posledicu povećanje korisnog perioda u balneoterapiji. Tako se period nemogućnosti korišćenja vode Glavnog vrela u hidroterapiji od 280 dana u 1931. godini i 130 dana u 1932. godini, tokom niza sušnih godina sve do 1949. godine, smanjuje na 61 - 86 dana godišnje. Suva banja funkcioniše kao stalno vrelo punih trinaest godina, da bi 1945. godine ponovo počela da presušuje. U periodu kišnih godina (1950. - 1954.) broj dana kada se glavno vrelo ne može koristiti u hidroterapiji usled rashlađivanja i zamučivanja, ponovo se povećava na 121 - 225 dana godišnje. U istom periodu Suva banja može da se koristi prosečno 182,9 dana godišnje (tabela 1; slika 6, 7).

Analizom dijagrama (1931. - 1955.), M/'mY'(1999) može konstatovati da su promene temperature i proticaja na termalnim vrelima Niske Banje zavisne od padavina, temperature vazduha i stanja biljnog pokrivača na Koritniku. Ove pojave su, uglavnom, vezane za zimski i prolećni period kada su padavine maksimalne, a biljni pokrivač minimalan. Do rashlađivanja i mućenja voda dolazi, mada rede, i u letnjim mesecima posle pljuskova velikog intenziteta ili višednevnih kiša.



Slika 6. Temperatura vode Glavnog vrela i Suve banje: uticaj meteoroloških faktora (1949 godina): mart i april - rashlađivanje vode usled otapanja snega; juni i juli - rashlađivanje vode usled višednevnih kiša



Slika 7. Temperatura vode Glavnog vrela i Suve banje: uticaj meteoroloških faktora (1950. godine): januar i februar - rashlađivanje usled otapanja snega; april i novembar - rashlađivanje usled višednevnih kiša

Tabela I. Pregled rashlađivanja termalnih vrela u Niskoj Banji

Godina	Glavno vrelo		Suva banja	
	Broj rashlađivanja godišnje	Broj dana u godini kada se voda ne koristi u terapijske svrhe	Broj rashlađivanja godišnje'	Broj dana u godini kada se voda ne koristi u terapijske svrhe
1931	12	280	6	360
1932	6	150	9	170
1933	7	86	11	118
1934	5	81	5	104
1936	3	61	4	80
1937*	5	82	5	150
1938*	6	86	4	177
1948	6	67	7	196
1949	5	74	7	146
1950	4	156	5	241
1951	6	121	7	243
1952	10	214	12	203
1953	5	106	6	156
1954	9	212	12	248
1955	10	225	15	240
Prosečno godišnje	6,06	133,07	7,07	182,1

Pad temperature nastupa naglo i jednovremeno na oba vrela. Minimum temperature Glavnog vrela kreće se između 19°C i 24°C, a najčešće 22°C. Minimum temperature Suve banje iznosi 11°C - 13°C što zavisi od meteoroloških uslova. Ukoliko je rashladi vanje izazvano otapanjem većih naslaga snega, minimalne temperature vode su niže i održavaju se duže.

Zamućivanje vode na oba vrela, događa se uporedo sa naglim rashlađivanjem. Ima, međutim, podataka da se dogodi zamućivanje bez promene temperature, nezavisno od padavina, što ukazuje na veliku složenost lavirinta i oblika kraških podzemnih sprovodnika u kojima povremeno nastaje sifonsko pretakanje istaloženog mulja.

Zagrevanje vode se odvija sporo i različito na oba vrela. Glavno vrelo zagreva se brže do temperature 36,5°C. Zatim, ako nastupi sušni period, tek posle nekoliko meseci dostigne svoj maksimum 38°C — 39°C. Suva banja se zagreva sporije, ali ravnomernije. Svoj maksimum 35°C i 36°C dostiže znatno pre Glavnog vrela.

Proticaji na Glavnom vrelu variraju između 40 l/s i 100 l/s, dok se na Suvoj banji kreću od 0 do 500 l/s. To znači da Glavno vrelo drenira najviše 60 sekundnih litara hladne kraške vode, dok Suva banja drenira oko 500 l/s. Najkonzicijni zaključak hidrološke analize, u veoma složenim uslovima karstne hidrografije Koritnika koja je posrednik između meteoroloških faktora i proticaja na termalnim vrelima Niske Banje, bio bi:

- Vrelo Suva banja evakuše daleko veće količine hladne kraške vode koja potiče od otapanja snega i padavina, nego Glavno vrelo.
- U zaleđu Glavnog vrela vladaju složeniji hidrauličko-hidrološki odnosi.
- Glavno vrelo pri h ran j uje jedan stalan slabiji tok hladne kraške vode, koja se sporije infiltrira u teren kroz prsline i pore. Njegova izdašnost postepeno opada u toku 6-8 sušnih meseci.

U pogledu balneoterapeutskih mogućnosti lečilišta, ako se kao donja granica za korišćenje termalne vode Glavnog vrela uzme 36°C, onda:

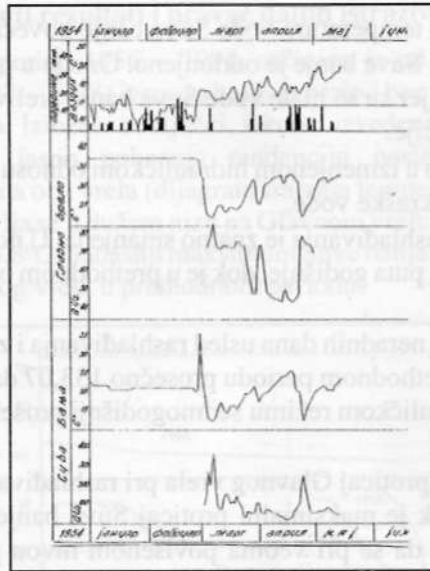
- broj prekida rada bazena koje snabdeva Glavno vrelo iznosi u petnaestogodišnjem proseku 6,06 prekida godišnje, a
- ukupni broj dana kada ti bazeni ne rade, usled rashlađivanja i mućenja vode, u petnaestogodišnjem proseku iznosi 133,07 dana godišnje, što predstavlja veliki ekonomski gubitak i nesigurnost u radu.

Vrelo Suva banja snabdeva vodom bazen broj 5 u kome se odvija terapija na nižim temperaturama (u proseku oko 32°C), shodno prirodni oboljenja. Ako se kao donja granica upotrebljivosti vode u terapeutske svrhe uzme 30°C, onda:

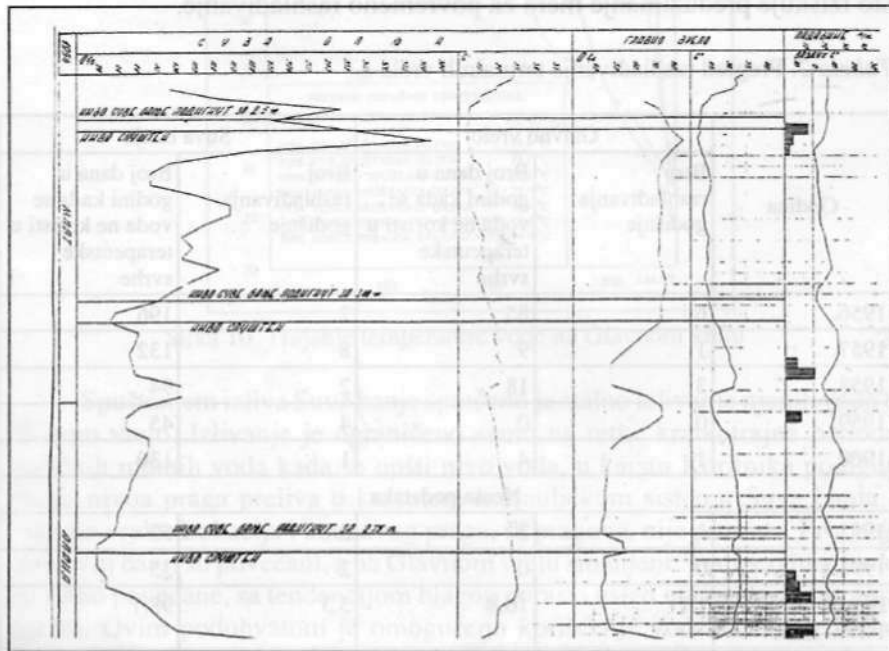
- broj prekida rada iznosi u petnaestogodišnjem proseku 7,07 prekida godišnje, a
- ukupni broj neradnih dana iznosi 182,1 dana godišnje.

3.3.2. Istraživanja na termalnim vrelima 1954. godine

Organizovano osmatranje hidrološko-meteoroloških pojava počinje početkom 1954. godine, i to: simultano merenje temperature vode na oba vrela proverenim termometrima, merenje proticaja putem baždarenih preliva, na Glavnom vrelu i Suvoj banji, kao i ažurno praćenje meteoroloških podataka o dnevnoj visini padavina i o temperaturi vazduha sa Meteorološke stanice Rautovo i dopunske stanice u Niskoj Banji. Vrednosti temperature vazduha prikazane su kao srednje dnevne. Međutim, u periodu otapanja snežnog pokrivača, u okviru eksperimentalnih istraživanja na vrelima, analizirane su posebno jutarnje, podnevne i večernje temperature (t_7 , t_3 i t_m), jer se njihov uticaj na otapanje snega pokazivao na oscilacijama dnevnih proticaja. Detalji istraživanja, rezultati i zaključci sadržani su u tekstu (*Savić, 1954*).



Slika 8. Proticaj i temperatura vode na Glavnom vrelu i Suvoj banji u zavisnosti od padavina i temperatura vazduha (1954. god): mart - rashlađenje usled otapanja snega; april - otapanje snega i kiše; maj - rashlađenje usled kiše



Slika 9. Promene proticaja i temperature vode na Glavnom vrelu u zavisnosti od nivoa vode na Suvoj banji (eksperimentalno podizanje nivoa vode na Suvoj banji)

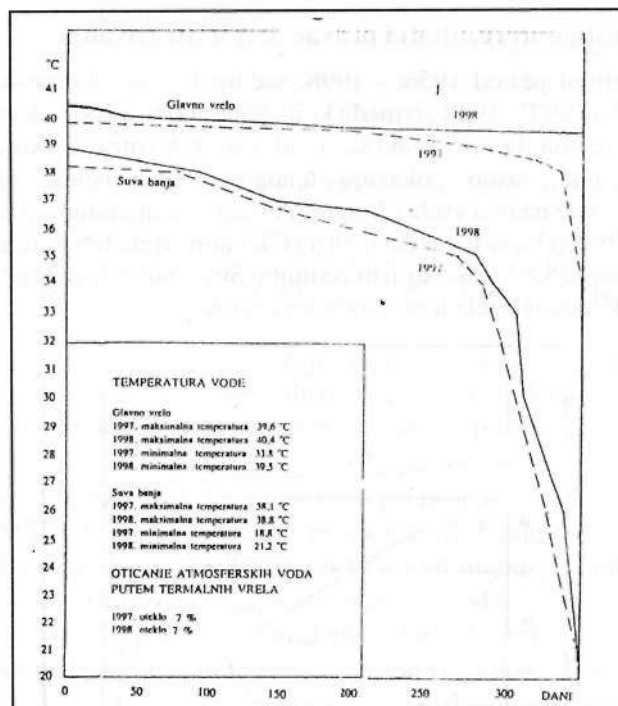
- Maksimalna temperatura vode Suve banje povećana je na 38,8°C.
- Presušivanje Suve banje je otklonjeno. Ono je u prethodnom periodu bilo samo prividno, jer su se male vode Suve banje prelivale u Glavno vrelo podzemne akumulacije.
 - Glavno vrelo u izmenjenom hidrauličkom odnosu drenira daleko manje količine hladne kraške vode.
 - Učestalost rashlađivanja je znatno smanjena. U novonastalim uslovima prošek iznosi 1,7 puta godišnje, dok je u prethodnom periodu iznosio 6,06 puta godišnje.
 - Ukupan broj neradnih dana usled rashlađivanja i zamućenja Glavnog vrela iznosio je u prethodnom periodu prosečno 133,07 dana godišnje, dok u novonastalom hidrauličkom režimu sedmogodišnji prošek iznosi svega 16,8 dana godišnje.
 - Maksimalni proticaj Glavnog vrela pri rashlađivanju ostao je nepromenjen, 100 l/s, dok je maksimalni proticaj Suve banje povećan. Analiza dijagrama pokazuje da se pri veoma povišenom nivou podzemnih voda u karstnom hidrauličkom sistemu Koritnika, na podsistemu Suva banja - Glavno vrelo uspostavlja prethodno stanje (kratkotrajno).
 - Maksimalna temperatura vode Glavnog vrela povećana je na 40,4°C, što iziskuje preduzimanje mera za povremeno rashlađivanje.

Tabela 2. Pregled rashlađivanja termalnih vrela

Godina	Glavno vrelo		Suva banja	
	Broj rashlađivanja godišnje	Broj dana u godini kada se voda ne koristi u terapeutske svrhe	Broj rashlađivanja godišnje	Broj dana u godini kada se voda ne koristi u terapeutske svrhe
1956.	6	85	2	196
1957.	1	9	8	132
1958.	3	18	2	94
1959.	0	0	4	45
1960.	1	4	1	130
Nema podataka				
1997.*	1	2	3	59
1998.*	0	0	2	35
Prošek 1956.-1998.	1.7	16.8	3.3	98.7
Prošek 1931.-1955.	6.06	133.07	7.07	182.1

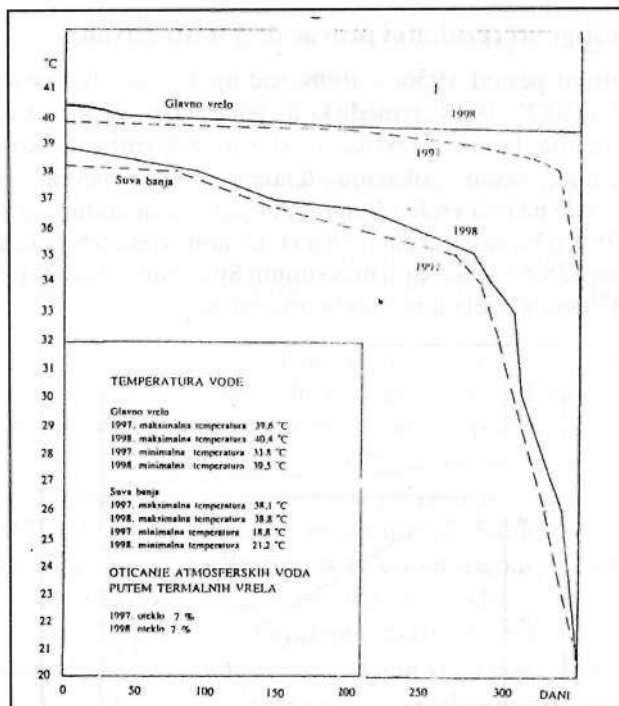
3.4. Postignuti rezultati i pravac daljih istraživanja

Analizirani period 1956. - 1998. sačinjen je od dve posebne celine 1956. - 1960. i 1997. - 1998., između kojih je period bez podataka merenja na termalnim vrelima. Izloženi zaključci, iako su izvedeni iz diskontinuiranog niza osmatranja, jasno pokazuju tendenciju postepenog povišavanja temperature vode na oba vrela (dijagram trajanja temperature, slika 10, 11). U godini 1998. javlja se u dužem nizu na Glavnom vrelu temperatura 40,4°C, a na Suvoj banji 38,8°C. Sadašnji maksimum Suve banje dostiže temperaturni maksimum Glavnog vrela u prethodnom periodu.



Slika 10. Trajanje temperature vode na Glavnom vrelu

Spuštanjem izliva Suve banje sprečenoje stalno izlivanje njenih voda u Glavno vrelo. Izlivanje je ograničeno samo na retke kratkotrajne periode bujičnih mutnih voda kada se opšti nivo voda, u karstu Koritnika podigne iznad nivoa praga preliva u karstnom hidrauličkom sistemu Suva banja - Glavno vrelo. Lokacija i kota ovog praga, ili pragova, nije poznata. Proticaji na Suvoj banji su povećani, a na Glavnom vrelu smanjeni. Temperature vode su bitno povećane, sa tendencijom blagog porasta usled ubrzanog dreniranja karsta. Ovim poduhvatom je omogućeno korišćenje vode Glavnog vrela, praktično, tokom cele godine, što je najveća korist spuštanja izliva Suve banje.



Slika 11. Trajanje temperature vode na Glavnom vrelu i Suvoj banji

Tz dijagrama trajanja temperature vode na Glavnom vrelu u pojedinim godinama pre i posle spuštanja izliva Suve banje sledi:

Temperatura vode od 36°C, ili viša, trajala je na Glavnom vrelu

- u 1954. 140 dana
- u 1955. godini 150 dana
- u 1956.*godini 280 dana
- u 1957. godini 356 dana
- u 1958. godini 347 dana
- u 1959. godini 365 dana
- u 1960. godini 361 dan
- u 1997. godini 363 dana
- u 1998. godini 365 dana

Analizom raspoloživih podataka merenja, može se očekivati da buduća istraživanja uz kontinuirana merenja, pokažu da se u slučaju termalnih vrela Niske Banje ne radi o dve posebne termalne žice, već o jednoj istoj, koja je negde u rasednoj zoni Koritnika razdeljena u dva mlaza. Kako obe tople žice

primaju na svome putu i hladne komponente, to se, jasno, ne može utvrditi ukupna dolazna količina i temperatura tople komponente, tim pre što u novijem periodu nema podataka merenja količine vode koja izvire na vrelima.

Ono što se sa sigurnošću može tvrditi, jeste, da su stalne hladne komponente vode u opadanju. Uzrok opadanju stalnih komponenata može biti dvojak:

- opadanje ukupnog vodnog potencijala podzemnih voda usled više godišnjeg sušnog perioda, ili
- opadanje lokalnog nivoa vodnog potencijala Koritnika, usled pojačanog dreniranja podzemnih voda, izazvanog spuštanjem kote izliva Suve banje.

Moguće je, takođe, da se radi o udruženom hidrološko-meteorološkom delovanju.

3.4.1. Radioaktivnost

Ispitivanja radioaktivnosti na termalnim vrelima Niške Banje koja je izvršio prof. *Vučić* (1950) pokazuju značajne razlike. Dijagram radioaktivnosti za Suvu banju pokazuje pravilnost promene radioaktivnosti sa promenom temperature vode, dok dijagram za Glavno vrelo ne daje pravilan odnos. Analiza ove pojave ukazuje na mogućnost, da su pored tople komponente i neke stalne hladne komponente radioaktivne.

Razlika u radioaktivnosti 12,75 MJ/1 na Glavnom vrelu i 6,75 MJ/1 na Suvoj banji, pri temperaturi 34°C, ne ide u prilog pretpostavci da se radi o jednoj termalnoj žici koja se grana. Ako to i jeste slučaj, onda se bifurkacija, verovatno, događa na većoj udaljenosti. Izučavanje radioaktivnosti termalnih vrela, njene promenljivosti i porekla postavlja se kao značajan problem.

3.4.2. Zamučivanje vrela

Na termalnim vrelima Niske Banje javljaju se povremeno "crvena" i "bela" zamučivanja.

Crvena mućenja su vezana za naglo nadolaženje vode na vrelo Suva banja i Glavno vrelo i nemaju nikakve veze sa običnim mućenjima koja nastaju kod oba vrela i daju beličastu vodu sličnu koloidnoj mutnoći. Crvena mućenja bujičnih voda potiču od spiranja crvene zemlje, kojom obiluju tvorevine lijasa u kojima se nalazi izvorna čelenka Rautovačnog potoka. Deo ove mutnoće potiče i od ispiranja nataloženog crvenog mulja u pukotinama krečnjaka na putu podzemnih vujičnih tokova. Crvena mućenja mogu se umanjiti dvojakim merama:

- sprečavanjem da mutne bujične vode sa površine dospevaju u ponore, i
- pošumljavanjem Koritnika, što je predmet posebne studije.

Obična bela mučenja koja se javljaju na oba vrela uopšte nemaju veze sa crvenim mučenjem. Ova mučenja se dešavaju nezavisno od proticaja. Njih je detaljno opisao prof. *Stevanović (1941)*. Prema njegovom mišljenju, bela mučenja potiču od hladnih komponenata kad one ojačaju, ili od promena atmosferskog pritiska, kada se na vrelima dešavaju pulzacije. Obična "bela" mučenja nije moguće sprečiti, no ona i ne predstavljaju nikakvu smetnju u terapiji.

3.4.3. Promena koeficijenta oticanja

Atmosferske vode koje padnu na slivno područje Koritnik-Rautovački potok, jednim delom ispare, delom se utroše na transpiraciju, a delom otiču površinskom bujicom Kovanlučki potok, jarugom Suva banja i površinskim tokom Rautovačkog potoka. Ove vode preskaču rasednu zonu i otiču na vododržljivo tlo nišavske ravnice. Drugi deo propada u skaršćeni teren i duž Studenskog raseda odlazi ka vrelima.

Koji će deo padavina oteći u podzemlje i pojaviti se na vrelima, a koji će se utrošiti na evapotranspiraciju ili preći preko rasedne zone na vododržljiv teren, nemoguće je odrediti. Ovaj odnos je jako promenljiv i zavisn od mnogih meteoroloških i vegetacionih uslova. U slučaju slivnog područja Koritnik-Rautovački potok ne možemo govoriti o klasičnom koeficijentu oticanja atmosferskih voda putem termalnih vrela u Niskoj Banji.

Analiza koeficijenta oticanja je urađena za devetogodišnji period u kome postoje pouzdani podaci merenja proticaja i temperatura vode na termalnim vrelima. Podaci o merenju padavina su pouzdani i upotrebljivi, kako za ovaj period, tako i za prethodni period. Za procenu koeficijenta oticanja uzete su atmosferske padavine u slivu Koritnik-Rautovački potok i ukupni oticaji na vrelima Suva Banja i Glavno vrelo, umanjeni za veličinu termalne komponente.

Analizirani devetogodišnji period sastoji se od četverogodišnjeg niza "kišnih" godina sa godišnjim atmosferskim talogom od preko 1000 mm i petogodišnjeg niza sa prosečnom visinom padavina od oko 700 mm. U odnosu na spuštanje nivoa izliva vrela Suve banje, period obuhvata dve godine neposredno pred spuštanje izliva (1954. i 1955), sam period spuštanja izliva (1956. - 1958.), dve godine neposredno po izvršenju radova (1959. i 1960.) i dve godine nakon četrdesetogodišnje stabilizacije stanja (1997. i 1998.).

Koeficijent oticaja sa sliva, putem termalnih vrela iznosi:

- u periodu pre definitivnog spuštanja izliva Suve banje 0,46,
- u godinama neposredno posle izvršenja hidrotehničkih radova 0,11-0,22, i
- u periodu posle četrdesetogodišnje stabilizacije hidrološkog režima 0,07.

Dobijene visoke vrednosti koeficijenta oticaja pre intervencije na vrelu Suva banja, javljaju se u godinama sa visokim atmosferskim talogom: 1954. (1044 mm), 1955. (1037 mm) i 1956. (843 mm). Odgovarajući koeficijenti oticaja su: 0,53; 0,60 i 0,52. Koeficijenti oticaja od 0,50, pa i veći, sasvim su mogući u karstnom terenu, pošto voda u njega propada i nema više prilike za e vapotran spiraciju.

Kako je do drastičnog smanjenja koeficijenta oticanja od preko 0,50 na 0,22, pa čak i 0,1 l, došlo u periodu neposredno posle spuštanja nivoa izliva Suve banje za 8,56 metara, ne može se sa sigurnošću tvrditi. Stoji mogućnost da je došlo do promene komuniciranja u spletu podzemnih akumulacionih prostora koji vrše izravnavanje vode. Takođe stoji mogućnost, sa velikom verovatnoćom, daje u periodu izvođenja građevinskih radova na spuštanju izliva Suve banje izvršeno zatvaranje (betoniranje) otvora ponora u koritu Rautovačkog potoka, kao i otvora ponora u nekim vrtačama, što bi omogućilo da se veća količina bujičnih voda površinski evakuise na nepropusno tlo nišavske ravnice, ali o tome nema podataka.

Analizirani tekući period, četiri decenije nakon sniženja izliva Suve banje, karakteriše veoma nizak koeficijent oticaja 0,07. U ovom slučaju treba imati u vidu da se dugi period konsolidacije hidrološkog režima termalnih vrela odvijao, uglavnom, u veoma sušnom periodu. Poseban značaj na smanjenje koeficijenta oticaja ima razvoj, tačnije - stihijni samorazvoj biljnog pokrivača na Koritniku, koji svakako, posle nekoliko decenija pokazuje svoje blagotvorne efekte. Naime, selo Koritnjak je imalo 1954. godine 28 domaćinstava sa ukupno 158 stanovnika. Migracija selo-grad je učinila da sada, 1999. godine, u selu živi jedan stanovnik. Obradivo zemljište sela Koritnjak predstavljali su tereni u predelu vrtača, a posebno same vrtače. Odlaskom žitelja, ziratno zemljište je priroda sama pretvarala u šikare, koje sada imaju značajan udeo u smanjenju brzine oticanja sa sliva, smanjenju erozije i spiranja zemljišta, što vidno utiče na poboljšanje hidrološkog režima termalnih vrela. Međutim, treba naglasiti da u neposrednom slivu Rautovačkog potoka obraslost terena nije značajno izmenjena. U ataru sela Rautovo, ziratno zemljište se i dalje obrađuje, čak i na kritičnim padinama.

Stanje biljnog pokrivača na slivnom području, koje ima neposredni uticaj na hidrološki režim termalnih vrela, kao i smernice za dalje akcije, kako u cilju zaštite vodnog blaga, tako i u cilju zaštite terena od erozije, obrađeno je u posebnom poglavlju.

Odgovor na značajno pitanje o promeni koeficijenta oticaja treba da pruže buduća sistematska istraživanja zasnovana, kako na meteorološkim merenjima i simultanim merenjima temperature vode na termalnim vrelima, koja se obavljaju, tako i na merenjima proticaja na oba vrela koja se u dužem, tridesetogodišnjem periodu, ne obavljaju.

Odgovor na značajno pitanje o promeni koeficijenta oticaja treba da pruže buduća sistematska istraživanja zasnovana, kako na meteorološkim merenjima i simultanim merenjima temperature vode na termalnim vrelima, koja se obavljaju, tako i na merenjima proticaja na oba vrela koja se u dužem, tridesetogodišnjem periodu, ne obavljaju.

Tabela 3. Procena koeficijenta oticanja karstnih voda putem termalnih vrela u Niskoj

Godina		1954	1955	1956	1957	1958
Padavine(mm/god.)		1044	1037	843	975	702
Srednja godišnja temperatura vode (°C)	Suva banja	25,2	26,4	29,5	32,5	32,4
	Glavno vrelo	33,4	31,1	37,2	38,9	38,3
Srednji godišnji proticaj (l/s)	Suva banja	74,5	68,0	70,3	49,0	63,8
	Glavno vrelo	67,5	71,0	45,2	35,6	38,2
Godišnji oticaj (1000 m ³)	Suva banja	1972	2144	2218	1550	2010
	Glavno vrelo	2120	2236	1424	1120	1139
Ukupni godišnji oticaj na oba vrela (1000 m ³)		4092	4380	3642	2670	3203
Srednja godišnja temperatura vode na oba vrela (°C)		29,5	29,7	32,6	35,1	34,5
Ukupni godišnji oticaj termalne komponente od 39°C na oba vrela (1000 m ³)		1890	1890	1890	1890	1890
Ukupni godišnji oticaj karstne vode ³		2202	2490	1752	780	1313
Ukupne godišnje padavine na sliv površine 4,0 km ² (1000m ³)		4176	4148	3372	3896	2808
Koeficijent oticanja karstne vode putem termalnih vrela		0,53	0,60	0,53	0,20	0,47
Koeficijent oticanja karstnih voda putem termalnih vrela		pre spuštanja izliva Suva banja 0,46				

Tabela 3a. Procena koeficijenta oticanja karstnih voda putem termalnih vrela u Niškoj

Godina		1959	1960	1997	1998
Padavine(mm/god)		766	771	768	722
Srednja godišnja temperatura vode (°C)	Suva banja	34,9	32,0	34,7	35,7
	Glavno vrelo	39,0	38,2	39,3	39,7
Srednji godišnji proticaj (l/s)	Suva banja	35,8	46,7	32,0	31,5
	Glavno vrelo	35,0	35,3	34,8	34,6
Godišnji oticaj (1000 m ³)	Suva banja	1128	1470	1009,2	993,4
	Glavno vrelo	1100	1110	1094,3	1091,1
Ukupni godišnji oticaj na oba vrela (1000 m ³)		2228	2580	2103,5	2084,5

Ukupni godišnji oticaj termalne komponente od 39°C na oba vrela (1000 m ³)	1890	1890	1890	1890
Ukupni godišnji oticaj karstne vode na oba vrela (1 000m ³)	338	690	213,5	194,5
Ukupne godišnje padavine na sliv površine 4,0 km ² (1 000m ³)	3064	3084	3072	2888
Koeficijent oticanja karstne vode putem termalnih vrela	0,11	0,22	0,069	0,067
Koeficijent oticanja karstnih voda putem termalnih vrela	posle spuštanja izliva Suva banja 0,12			

4. Stanje tla i biljnog pokrivača

4.1. Promene biljnog pokrivača na koritniku i njihov uticaj na hidrološki režim termalnih vrela u Niskoj Banji

Izučavanjem naslaga bigra na tercijarnim terasama Niske Banje, prof. *Stefanović (1941)* ceni starost Glavnog vrela na 26400 godina. Naslage bigra su nastajale ispiranjem kalcijumkarbonata iz unutrašnjosti Koritnika. Vode koje potiču od padavina na slivu Koritnika, vršile su tokom vremena i površinsku i unutrašnju hemijsko-fizičku eroziju krečnjačkog masiva. Na površini terena su se formirali površinski oblici karstifikacije: pukotine stenske mase, jaruge, vrtače i ponori. Karakteristični su sistemi vrtača koji su formirani kaskadno po nagibu terena. Za vreme jačih pljuskova, kao i kiša dužeg trajanja, voda koja otiče površinski, sliva se u vrtače i preliva kaskadno iz vrtača sa viših kota u niže, dok se sasvim ne izgubi putem otvorenih ponora u karstificirani masiv. U unutrašnjosti krečnjačkog masiva voda rastvara kalcijumkarbonat, formirajući unutrašnje oblike karstne erozije: splet kaverni, pećina i sifona. Isprani krečnjak voda iznosi u vidu kalcijumbikarbonata kroz, do skora jedini izliv, Glavno vrelo, i taloži ga u vidu bigra. U poglavlju 3. prikazano je da su po obodu Kbritnika formirane vodonepropusne naslage tercijarnih glina, preko kojih je voda Glavnog vrela nataložila kalcijumkarbonat u vidu tri bigrene terase na kojima je locirana Niska Banja.

Izučavajući radioaktivnost terena Niske Banje, prof. *Vučić (1950)* je konstatovao da su donji slojevi bigrenih terasa bele boje, dok su gornje partije ispunjene prosljocima crvenog mulja koji potiče od erodiranog crvenog zemljišta sa Koritnika.

Iz ovih podataka se može zaključiti da je površinska erozija ziratnog zemljišta sa Koritnika novijeg datuma, prouzrokovana sečom šuma i remećenjem ekološke ravnoteže.

U zapisima, putopisaca (*Šijački*, 1937) navodi se daje u vreme punog razvoja Naisusa, početkom I milenijuma, reka Nišava bila plovna, a sam Naisus luka ratne flotile. Krajem sedamnaestog stoleća dubrovački vlastelin Jaketa Palmotić-Đonorič prilikom odlaska u Carigrad, sa divljenjem je opevao guste neprohodne šume planine Kunovice i okoline Niske Banje:

Gorostasna stoletna stabla, međusobno isprepletana, behu tako gusta i strašna da ni

"Zgar s nebesa sunce viku Ne
mogaše tu da sine, Neg kroz
crnu svoju sliku Noć činjaše
crne tmine."

"Divlje zveri bese puna"....

U podnožju guste dubrave izvire lekovita topla voda:

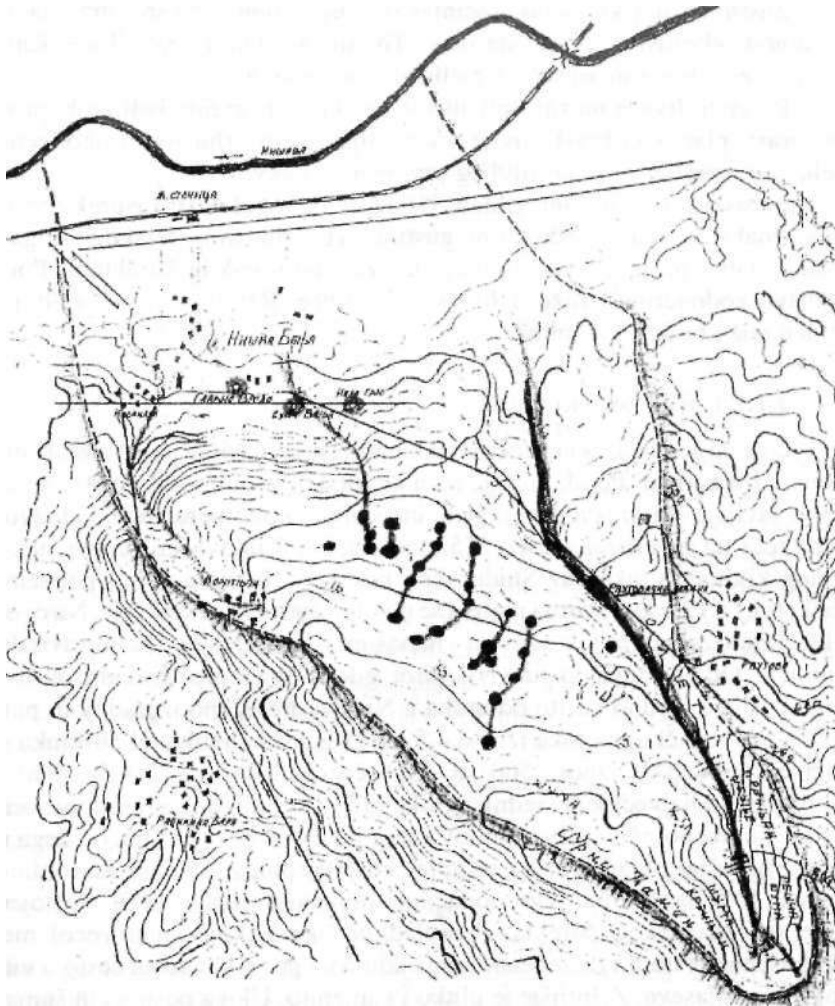
"Njoj pri kraju tecijaše Iz prosijeka voda neka, Koja
vruća izviraše, T od mnoga bješe lieka."

Na području koje je od uticaja na pojavu rashlađivanja i mućenja termalnih vrela u Niskoj Banji, formirana su naselja Koritnjak i Rautovo. Životna potreba za obradivim zemljištem, dovela je do krčenja stoletnih šuma i preobraćanja šumskog zemljišta u poljoprivredno. Uporedo sa ovim procesom razvija se i erozija zemljišta. Poljoprivredne površine su pretežno nastajale u pojasu između kota 500 i 650 gde je najblaži pad terena (oko 20%). U istom pojasu su modifikovane vrtače. Ima ih tridesetak, od kojih je znatan broj sa otvorenim ponorom. Vrtache su za stanovništvo predstavljale najpogodnije setvene površine za povrtarske kulture i jara žita. Njihova obrada je pospešivala eroziju, osiromašenje aktivnog sloja zemljišta i spiranje plodnog mulja kroz otvorene ponore na termalna vrela Niske Banje, kao jedine drenažne otvore. Priroda setvenih kultura u okviru vegetacionog perioda čini da su ove površine bez vegetacije i zaštitnog biljnog pokrivača u periodu oktobar-maj, kada je uticaj atmosferskog taloga i otapanja snega najintenzivniji. Ovakva koincidencija je permanentno dovodila do pogoršanja stanja, kako u slivu, tako i na vrelima.

4.1.1. Stanje površina slivnog područja

Slivno područje ograničeno geološko-morfološkom granicom Koritnik-Sirina-Crni kamen, i državnim putem Niš-Pirot (u trupu puta nisu izgrađeni propusti za vodu sa sliva) karakteri su dve celine:

- strma površina uzvodno od termalnih vrela sa izraženim erozionim procesima, i
- ravničarska površina na kojoj se deponuje isprani nanos.



Slika 12. Područje vrtača na Kori tniku, sliv Rautovačkog potoka i slivovi bujica Suva banja i Kovanlučki potok

Ukupna površina gornje zone, zone spiranja, iznosi 9,27 km². Nizvodna zona, zona deponovanja nanosa iznosi 3,5 km². Ona predstavlja poljoprivredno zemljište sa pedološkim karakteristikama prevlaženog tla. I jedna i druga površina treba da budu sanirane: gornja kao zaštitni šumski pojas, a donja treba da se hidromelioracionim merama prevede u plodno poljoprivredno zemljište ili u urbane površine (slika 12).

Zaštitni šumski pojas sačinjavaju, uglavnom, šikare državnog i privatnog vlasništva male starosti. To su, većinom, zakržljale šume, upropaštene preteranom sečom za lisnik i pečenje kreča.

Po vrsti drveća najzastupljeniji je kraški grab, zatim, beli grab, jasen, cer, hrast, planinski brest, divlje voće i lipa, a pri vrhu ispod ogoliceog grebena zastupljen je pojas divljeg jorgovana i bukve.

Šumski pojas nije integralan. Usled velike ogolelosti i isprekidanosti šuma, malog uzrasta i nedovoljne gustine, retenzija atmosferskog taloga je veoma slaba, pa je čitavo područje *izrazito* bujičarskog karaktera. Pored mnoštva vododerina izražene su tri veće bujice: Rautovački potok, bujica Suva banja i bujica Kovanluk.

4.1.1.1. Rautovački potok

Ova bujica se usekla istočnim padinama krečnjačkog masiva Koritnik-Širina-Crni kamen. Potok nastaje na nadmorskoj visini od oko 800 metara, gde se javljaju stalni izvori koji ga hrane slabom količinom vode. Od izvora potok teče na severozapad oko 2750 metara. Od Rautovačke pećine, nakon jednog kilometra toka duž Studenskog raseda na kome ga prati podzemni kraški tok, skreće ka severu i razliva se u polju, formirajući plazine. Na ovom delu Rautovački potok zasipa nanosom ravničarsko poljoprivredno zemljište. Od postanka do puta Niš-Pirot, gde se ova bujica prekida, postoje njeno ranije prirodno korito od utoka u Nišavu presečeno izgradnjom puta, dužina Rautovačkog potoka iznosi 4,5 km. Visinska razlika od postanka do plazine (kota 200) iznosi 560 m. Prosečni pad iznosi 12,44%. Pad je promenljiv, a najveći je u srednjem toku (15-20%) na samoj rasednoj zoni.

Ukupna površina sliva Rautovačkog potoka iznosi 225 ha, od čega na obrasle površine otpada 148 ha, na golet, klizišta i puteve 36,5 ha, a na oranice i livade 40,5 ha. Prema ovim podacima, obraslost sliva je 66%. Postojeće šume su izdanačkog porekla. Preovlađuju šikare, koje su u većoj meri upropašćene brstom i razređene. Stena izbija na površinu dosta često u vidu blokova i pojaseva. Zemljište je plitko i kamenito. Uloga postojećih šuma u zaštiti tla je znatno smanjena neracionalnim i neurednim kresanjem za lisnik, radi zimske prehrane stoke, kao i za pečenje kreča, čime se bavilo celokupno stanovništvo.

Prema relativno visokom procentu obraslosti, mogla bi se očekivati izvesna retenzija, no usled prikazanog stanja šuma, kao i različitog rasporeda u gornjem i srednjem toku, retenzija je neznatna. Koeficijent oticanja je vrlo visok, što se vidi po velikom erozivnom dejstvu vode.

Gornji tok Rautovačkog potoka nastaje pod samim Crnim kamenom, na dužini od 250 m predstavljen je brazdama u zatravjenom lijaskom peščaru, sa veoma strmim padom. Nadalje, prima stalnu vodu od izvora kojih ima mnogo na desnoj padini i nastavlja svoj tok u blagom padu. Dubina korita

je oko 2,0 m. Padine su pošumljene. Desnu padinu čine lijaski peščari, a na levoj, prekrivenoj crvenicom, mestimično se javljaju krečnjački blokovi. Širina u dnu iznosi 20 m na dužini od oko 0,5 km, a potom se proširuje. U ovom delu na desnoj obali je jasno izražen kontakt lijaskih peščara i krečnjaka. Nešto nizvodnije sa leve padine prima vododerinu koja je urezana u krečnjak. Ovaj detaljan opis pokazuje da bi izgradnja akumulacije u cilju retencije bujičnih voda, uzvodno od kontakta lijaskih peščara sa krečnjacima, dala neznatne efekte, usled male površine sliva uzvodno od kontakta. U ovome delu toka nema ponora.

Korito je nadalje usečeno u stabilnim naslagama crvenice na dužini od oko 300 m. U koritu, dubokom oko 8,0 m, u dnu se ne vidi osnova stena. Na ovom potezu padine su krečnjačke sa razređenom šumom i predstavljaju prelaz ka potpuno skaršćenju goleti nizvodno.

Srednji tok Rautovačkog potoka, sa strmim padom prati rasednu liniju Studenskog raseda kroz opustošenu, karstificiranu zonu. Korito potoka je snažnom erozijom duboko usečeno u intenzivno skaršćeni krečnjak, koji obiluje mnogobrojnim ponorima. Na višim kotama formirane su vrtače. Desna padina je predstavljena čistim belim, jako isprepućalim i polomljenim krečnjacima, bez raslinja. Leva strana doline predstavlja obradivo zemljište jako podložno spiranju i klizanju. U vododerini je otkrivena veća zona lijaskih peščara na visini od oko 600 m. U pravcu raseda prema Suvoj banji proteže se strma ogolela krečnjačka padina, koja u višim delovima obiluje vrtačama. Rautovački potok skreće na sever, prelazeći veoma strmim padom od kote 400 u terciarne naslage. U delu pre razlivanja po plodnom zemljištu na profilu se vide crvene gline, a nešto rede žute i plave, što znači da ovaj deo toka nema uticaja na režim termalnih vrela. Ova deonica, međutim, izaziva klizišta.

Regulisanje bujice Rautovački potok je neophodno kako radi zaštite termalnih vrela, tako i u cilju zaštite tla.

Sva tri dela ovog kratkog potoka predstavljaju potpuno različite celine, kako u geološkom smislu, tako i u pogledu biljnog pokrivača. U ugrožavanju termalnih vrela najviše udela ima srednji tok, koji prati Studenski rased i obiluje velikim brojem ponora u samom koritu. Sa strmih ogolelih površina slivaju se naglo velike količine vode posle kiša, spirajući nezaštićeni sloj crvenice. Ova mutna voda otiče, delom, površinskim tokom Rautovačkog potoka, a delom kroz ponore odlazi podzemnim karstnim kanalima ka termalnim vrelima.

Poseban značaj ima Rautovačka pećina, čiji se ulaz nalazi u samom koritu na koti 470. Pećina je snimljena 1938. godine (*Milojević*, 1958). To je niz proširenja i suženja, koja se na dubini od 70 m prostiru stotinak metara duž raseda. Ujedno od proširenja dotiče podzemni tok Rautovačkog potoka, koji Rautovačkom pećinom otiče, paralelno površinskom toku, u pravcu termalnih vrela. Prof. *Milojević* (1937) bojio je vodu u Rautovačkoj pećini

uraninom. Analizom uzoraka vode sa Glavnog vrela i Suve banje, u Higijenskom zavodu u Nišu, konstatovani su tragovi uranina, čime je dokazano da kraške vode Rautovačkog potoka utiču na rashlađivanje i zarnučivanje termalnih vrela Niske Banje. Eksperiment je ponovljen 1951. godine sa istim rezultatom.

4.1.1.2. Bujica Suva banja

Bujica Suva banja je suvi potok, odnosno kišna bujica. Nastaje na strmoj padini Koritnika jugoistočno od Glavnog vrela za oko 500 m, na koti 420, kao nastavak niza kaskadnih vrtača. Bujica se usekla u strmi teren prema vrelu Suva banja sa padom od 30%, a mestimično i do 50%. Primivši prelivne vode vrela Suva banja, protiče kroz naselje na dužini od oko 750 m, silazi u banjsku livadu, gde se ispred puta Niš-Pirot sastaje sa vodom Glavnog vrela, propustom otiče ispod puta i uliva se u Nišavu. Ukupna dužina iznosi 1630 m.

Gornji tok, uzvodno od hladnog kupatila (bazen 5), rapidno se usekao u teren nakon okupacije u II svetskom ratu, usled intenzivne seče šuma u njegovom slivu kao i brsta koza. Usled velike brzine vode, prouzrokovane strmim padom, erozivno delovanje vode je enonnno. Voda lako odnosi plitki sloj slabo vezanog šumskog zemljišta i razbija šumski plašt. Takvo stanje sliva bujice Suva banja dovodi do intenzivnog usecanja korita, posebno u okolini vrela Suva banja i predstavlja veliku opasnost za naselje koje je locirano nizvodno na tercijarnim glinama. Na ovom lokalitetu izvršeni su sanacioni radovi u cilju obezbeđenja naselja od klizišta, no, ove zaštitne mere mogu ostati beskorisne ukoliko se bujica ne smiri antierozionim radovima u gornjem toku, tamo, gde se ona formira.

4.1.1.3. Bujica Kovanlučki potok

Bujica Kovanlučki potok nastaje na severozapadnoj strani Koritnika, na nadmorskoj visini oko 600 m, gde se nalaze stalni izvori koji je hrane. Od svog nastanka, uzvodno od sela Koritnjak, bujica teče prema severozapadu, oko 1,0 km, da bi na oko 300 m iznad naselja Kovanluk, skrenula prema Niskoj Banji. Kroz Nisku Banju protiče betonskim koritom 0,80 x 0,80 m. Kako se bujica razvija uporedo sa erozijom tla, to računski profil regulisanog korita postaje nedovoljan da primi maksimalne proticaje i nanos.

Ukupna dužina bujice iznosi 1850 m. Prosečan pad je 21%, a mestimično prelazi i 50%. Površina sliva je 75 ha. Od toga je pod obraslom površinom 57,40 ha, goleti 0,80 ha, klizišta 0,50 ha, pod naseljem i putevima 6,0 ha, a pod oranicama, livadama i vinogradima 10,3 ha. Obraslost sliva od 71 % je usled velike strmenitosti i lošeg stanja, nedovoljna da spreči eroziju.

Bujica Kovanlučki potok je novijeg datuma. Ona je postala aktivna u četvrtoj deceniji našeg stoleća, kao posledica naglog krčenja šuma i pretvaranja šumskog zemljišta u ziratno.

U slivovima prikazanih bujica nastaje intenzivna erozija tla. Štetno delovanje erozije ima za posledice:

- Razaranja, ispiranje i odnošenje zemljišta, neophodnog za opstanak i razvoj vegetacije.
- Ubrzano spiranje i oticanje atmosfere vode kao i ugrožavanje hidrološkog režima termalnih vrela u Niskoj Banji.
- Prevlaživanje i zasipanje poljoprivrednih površina ispod tercijarnih glinenih terasa Niske Banje.
- » Ugrožavanje urbanog naselja Niska Banja nanosom i mogućim klizistima.

U cilju sanacije predlažu se aritierozioni radovi u slivovima, zaštita, nega i obnavljanje šumskog pojasa.

4.1.1.4. Područje vrtača

Posebno slivno područje, shodno geološko-morfološkim karakteristikama, predstavlja sistem vrtača pod Širinom na teritoriji od oko 170 ha u atara sela Koritnjak. Atmosferska voda sa ovog sliva otiče manjim delom površinski (bujicom Suva banja), dok daleko veće količine otiču direktnim poniranjem u karst kroz otvorene ponore.

Vrtače su formirane u severnom i srednjem delu krečnjačkog masiva. Kartirano je ukupno 34 vrtače, od kojih je veći broj sa otvorenim ponorom' (*Savić*, 1954). Najčešće su kružnog oblika, prečnika 20-80 m, dubine 2-8 rn. Otvori ponora iznose 0,5-1,0 m. Vrtače su stepenasto locirane u nizovima, formirajući slepe vododerine. Vodapreliva iz jedne u drugu, dok se sasvim ne izgubi u karstificiranom podzemlju.

Sredinom našeg stoleća, vrtače kao i površine na potezu Širina, čine jedino obradivo zemljište stanovništva sela Koritnjak. Zastupljene poljoprivredne kulture su jara žita i povrće. U kritičnim mestima mart-juni, kao i oktobar-novembar ove površine su, praktično bez zaštitnog biljnog pokrivača, jer slabe, retke kulture sa plitkim, nerazvijenim korenovim sistemom ne pružaju ni retenzione ni antierozione efekte. Usled velike strmenitosti i slabog biljnog pokrivača voda ima jako erozivno dejstvo. Njive su izbrazdane sitnim brazdama u pravcu vrtača koje stvara voda odnoseći rastresito, nevezano tlo. U nameri da što brže oslobode od vode svoje useve u vrtačama, sopstvenici kopaju brazde u pravcu pada samih vrtača prema ponorima u dnu, čime pospešuju eroziju zemljišta. Na taj način, voda nesmetano i brzo otiče u sistem razrađenih kanala u podzemlju, odnoseći velike količine plodnog mulja. Najveće količine hladne mutne vode dospevaju na termalna vrela sa ovog područja.

Prema' zapisima, koji su navedeni u prethodnim poglavljima, ovo zemljište je nekada bilo pod gustom šumom. Početkom dvadesetog stoieća selo Koritnjak je brojalo svega pet kuća. Tokom vremena selo je raslo, obradive površine su postajale nedovoljne, pa se do novih obradivih površina

dolazilo krčenjem šuma. Sredinom stoleća Koritnjak broji 28 domova, 158 stanovnika. U grčevitoj borbi za opstanak, kako osiromašeno zemljište nije bilo dovoljno da prehrani stanovništvo, stanovnici se uporedo bave i pečenjem kreča, stoje, takođe, dovelo do pustošenja šuma. Za zimsku ishranu stoke, drveće je prekomerno kresano za lisnik. Mlade izdanke je brstila stoka, te je kakva-takva obnova šuma bila onemogućena. Udružena destruktivna akcija čoveka i vode dovela je do intenzivne erozije tla i pogoršanja hidrološkog režima termalnih vrela.

Tokom šeste decenije našeg stoleća počinje migracija stanovništva koja je učinila da na kraju dvadesetog veka u selu Koritnjak živi jedan starac. Vrtače se više ne obrađuju. U njima se razvija samoniklo šiblje. To je dovelo do smanjenja koeficijenta oticaja.

U okviru zaštite životne sredine: zašтите terena od erozije, smirivanja bujica, zašтите poljoprivrednih površina u ataru Niske Banje, zašтите naselja i objekata lečilišta od nanosa i mogućih klizišta, kao i zašтите režima termalnih vrela u Niskoj Banji, neophodno je sprovesti šumarske mere za obnovu i melioraciju šuma na potezu Koritnik-Širina-Crni kamen kao i građevinsko-bujičarske radove u koritu aktivnih bujica.

5. Predlog mera za dalju sanaciju slivnog područja Koritnik-Rautovački potok radi zaštite zemljišta i hidrološkog režima termalnih vrela u Niskoj Banji

Uporednom analizom stanja biljnog pokrivača, stepena erozije u slivu i karstificiranosti, zatim meteoroloških faktora, izvršenih hidrograđevinskih radova i njihovog uticaja na pojave rashlađivanja i mućenja termalnih vrela u Niskoj Banji, sagledani su uzroci pojava, rezultati primenjenih sanacionih mera, kao i mogućnosti za dalja poboljšanja na zaštitu prirodnih resursa: vodnog blaga Niske Banje i biljnog pokrivača Koritnika.

Snižanjem izliva Suva banja za 8,56 m, postignuto je:

- smanjenje ukupne godišnje količine hladne, mutne komponente kraške vode koja se drenira putem Glavnog vrela, smanjenje učestalosti rashlađivanja i smanjenje trajanja perioda rashlađivanja od prosečno 133,1 na 18,6 dana godišnje, odnosno, značajno smanjenje broja neproduktivnih dana lečilišta.
- povećanje ukupne godišnje količine hladne, mutne komponente (bujične komponente) kraške vode koja se drenira putem vrela Suva banja. Smanjenje trajanja perioda rashlađivanja na termalnom vrelu Suva banja od prosečno 182,1 na 98,7 dana godišnje, i
- povećanje maksimalne temperature na oba vrela.

Dalja nastojanja, kao i preduzimanje mera u cilju trajnog poboljšavanja režima isticanja na termalnim vrelima, treba da se odvijaju u dva pravca:

- ka smanjenju ukupne količine bujičnih kraških voda koje se formiraju u slivu i zaštititi vrela od njihovog štetnog delovanja, kao i
- ka postepenom povećanju stalne hladne komponente koja hrani vrela i reguliše njihovu temperaturu.

U tom cilju, osnovna mera zaštite jeste racionalna, stručna melioracija šuma, kao i radikalna obnova biljnog pokrivača Korimika i sliva Rautovačkog potoka. Ova mera predstavlja dugoročni proces, a njeni efekti će biti ispoljeni nakon dužeg niza godina. Delovanje ove mere je višestruko: retenzija površinskih bujičnih voda i smanjenje koeficijenta oticanja, što se postiže nadzemnim biljnim organima, kao i korisna lagana infiltracija i akumulisanje vode u aktivnom sloju zemljišta, što se postiže razvijanjem korenovog sistema. Razvijanjem korenovog sistema šumskog pokrivača, stenska masa se lagano razgrađuje i transformiše u aktivni zemljišni sloj. Ovaj proces je potpomognut formiranjem humusa koji nastaje razlaganjem delova površinskih biljnih organa.

Biljni pokrivač ima značajnu ulogu u bilansu voda na slivu. Deo padavina koji se *zadrži* na krošnji i lišću, vraća se evaporacijom u atmosferu, čime se smanjuje potencijalna ukupna količina karstne vode. Deo vode koji dospe na tlo otiče smanjenom brzinom usled otpora koji stvaraju stabljike, trava i opalo lišće. Laganim oticanjem se povećava infiltracija u aktivni sloj zemljišta. Tako se, deo vode koji bi sa strmih ogoljenih površina velikom brzinom, poput bujica, otišao u karstne sprovodnike i ugrožavao hidrološki režim vrela, transformiše u biološki korisnu vodu. Akumulisanjem vode u aktivnom sloju zemljišta postiže se dvojak korisno delovanje:

- voda u vidu zemljišne vlage do stepena poljskog vodnog kapaciteta, utroši se na transpiracione procese, a
- višak vode, preko stepena poljskog vodnog kapaciteta, infiltrira se lagano kroz prsline stenske mase i formira stalnu hladnu komponentu termalnih vrela.

Ako se ima u vidu da se za produkciju 1 kg biljne suve mase utroši približno 400 litara vode, pri čemu se svega 2% vode vezuje kao konstitucionalna voda, onda je jasno da se radi o veoma velikim količinama vode koje putem transpiracije odlaze u atmosferu. Time se ukupna količina kraške vode koja se drenira putem termalnih vrela u Niskoj Banji može značajno da smanji.

Osim bioloških mera u cilju sanacije termalnih vrela neophodne su i intervencije u koritu bujice Rautovački potok, i to:

- bujičarski radovi u koritu Rautovačkog potoka, uključujući i beto niranje otvorenih ponora,
- antierozione mere u slivu Rautovačkog potoka, i

- zahvatanje podzemnog toka Rautovačkog potoka uzvodno od kontakta sa rasednom zonom Studenskog raseda i tunnelska evakuacija karstne bujične vode na teren tercijara.

Realizacija predloženih bioloških i antierozionih mera predstavlja dugoročnu akciju. Njeni pozitivni efekti će nastajati postepeno, uporedo sa razvojem prirodnih biološko-pedoloških procesa. Prirodne procese treba podstaknuti i usmeriti u konstruktivnom smeru, da bi nam vremenom priroda sama podarila višestruko korisne efekte. Iz tog razloga biološke mere u slivu Koritnik-Rautovački potok, smatramo fundamentalnim i prioriternim.

Vodno blago Niske Banje predstavlja prirodnu retkost u svetskim razmerama. S toga je potrebno da mu se posveti potrebna pažnja, stručno vođenje i permanentno opažanje svih parametara, značajnih za njegovu sanaciju i razvoj.

Literatura

Vujanović, V., Teofilović M. i Arsenijević, M. (1972). Sadržaj elemenata u termomineralnoj vodi Niske Banje i njena geneza. Srpsko geološko društvo. Beograd.

Vujanović, V. i Teofilović, M. (1980). Problemi geohemije i geneze mineralnih voda Srbije. Radovi Geoinstituta, 14. Beograd.

Vujanović, V. i Teofilović, M. (1983). Banjske i mineralne vode Srbije. "Privredna knjiga". Gornji Milanovac.

Vučić, V. (1950). Radioaktivnost voda i gasova Niske Banje i njihovo aktiviranje. SAN, posebno izdanje, knjiga CLXII. Beograd.

Jovanović, D. (1931). O radioaktivnim vodama Kraljevine Jugoslavije. Glas Srpske kralj, akademije CXLV. Beograd.

Leko, M. (1911). Ispitivanje radioaktivnosti voda u Srbiji. Glas Srpske kralj, akademije LXXXITI. Beograd.

Luković, M. i Petković, K. (1933). Niska Banja, geološki sastav šire okoline banje i pojava termalnih radioaktivnih izvora. Srpska kralj, akademija, Glas CL Vili. Beograd.

Milojević, S. (1958). Problem asanacije termalnih i radioaktivnih vrela Niske Banje. Zbornik radova Instituta za proučavanje krša "Jovan Cvijić", knjiga 2-3. Beograd.

Palmotić-Đonorić, J. (1878). Dubrovnik ponovljen, spev, Dubrovnik.

Pećinar, M. (1961). Hidrologija termalnih vrela Niske Banje i njihova zaštita od rashlađivanja i mućenja. Glas CCXLVII SANU. Beograd.

Ristić, S., Arsenijević, S. i Milutinović, V. (1956). Spektrohemijski nalaz Rb i Cs u mineralnoj vodi Niske Banje. Glasnik hem. društva. Beograd.

Savić, V. (1954). Proučavanje problema rashlađivanja i mućenja termalnih vrela u Niškoj Banji, zaključci o uzrocima i predlog mera za njihovo otklanjanje ili ublažavanje. Diplomski rad. Građevinski fakultet. Beograd.

Stevanović, S. (1941). Niška Banja, geološki sastav terena, poreklo radioaktivnih materija, hlađenje i mućenje vode glavnih vrela. Beograd.

Teofilović, M. i Vujanović, V. (1979). Prilog geotektonici Srbije sa aspekta mineralnih voda. Srpsko geološko društvo. Beograd.

.... (1998). Utvrđivanje područja banje "Niska Banja", Institut za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju reumatičnih i kardiovaskularnih bolesnika. Niska Banja.

Šijački, M. (1937). Niška Banja, istorijski, lekoviti i praktični značaj. Beograd.

INFLUENCE DES FACTEURS NATURELS ET ANTROPOGENIQUES SUR LE TROUBLE DES BASSINS THERMAUX DE NISKA BANJA

Vesna MJNIĆ

Ecole technique de construction "Neimar" a Niš

Les ressources des eaux thermales de Niska Banja, Bassin general et Suva banja se composent de trois composantes des eaux: composantes thermales, composantes froides permanentes et froides temporairement et composantes karstiquo-torrents. La genese de la composante thermale, jusqu'a present, n'est pas etudiee suffisamment. La composante froide et permanente provient des precipitations atmospheriques qui s'infiltrant lentement dans le terrain par les fissures et le milieu poreux. Elle est le regulateur des sources thermales. La composante froide (karstiquo-torrents) des eaux provoquee par le haut degre de la karstification de Koritnik et par les precipitations atmospheriques de plusieurs jours ou par la fonte de la neige. Cette composante de l'eaux provoque des refroidissements temporaires et drastiques ainsi que le trouble des sources thermales. Dans ce travail on a etudie des changements de cours et de longterme du regime du temperatures des sources thermales de Niska Banja dans la fonction des travaux hydroconstructifs de sanation (1955-1956) et aussi des effets de l'autorenouvellement de quarante ans de la couverture des vegetaux dans le bassin de Koritnik.

Les resultats des recherches montrent deux changements significatifs: d'abord l'ameloration du refroidissement temporaire et drastique, le trouble des eaux thermales et aussi l'accroissement permanente de plusieurs annees de la temperature des eaux.

Les mots cles: Sources thermales, Niska Banja, changement de la temperature de l'eau

EFFECT OF THE NATURAL AND ANTHROPOGENOUS FACTORS UPON THE THERMAL SPRINGS GETTING MUDDY IN NISKA BANJA

Vesna MINIĆ

Construction Engineering School "Neimar", Niš

The thermal water sources in Niska Banja, Glavno vrelo and Suva banja, consist of three water components each, namely, the thermal component, the cold permanent component and the cold occasional torrent-karst component. The thermal component genesis springs from atmospheric precipitation slowly infiltrated into the terrain through cracks and a porous ground. It is the regulator of the thermal springs' water temperature. An occasional karst-torrent water component is caused by a high degree of karstification of the Koritnik and many days of atmospheric precipitation or snow melting. This water components causes occasional cold refreshing just as it makes the thermal springs muddy.

The paper explores short-term and long-term changes of the temperature regime of the thermal springs in Niska Banja as a function of the undertaken hydroconstruction repair works (1955-1956) as well as of the effect of forty years of self-restoration of the herbal covering in the Koritnik river basin.

The research results show two important changes, namely, first, a considerable improvement of the phenomenon of an occasional drastic refreshing and of the thermal waters' getting muddy and, second, a permanent many-year increase of the water temperature.

Key words: Thermal waters, Niska Banja, water temperature changes

Autor: Ing Vesna Minić, dipl. ing. grad. Građevinska tehnička škola "Neimar" u Nišu; kućna adresa: Niš, Vojvode Tankosića 11/43.

(Rad je Uredništvo primilo 3. maja 2001. godine)